

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-297207

(43)Date of publication of application : 12.11.1993

(51)Int.Cl.

G02B 5/08
B32B 9/04

(21)Application number : 04-104400

(71)Applicant : FUJI PHOTO OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 23.04.1992

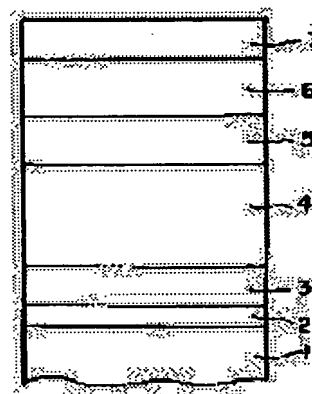
(72)Inventor : INOUE YOSHIO

(54) REFLECTING MIRROR

(57)Abstract:

PURPOSE: To keep the difference in reflectance between P polarized light and S polarized light within approximately 1% by constituting the protective layer of a silver reflecting mirror of three layers of Al₂O₃ layer, ZrO₂ layer, and SiO₂ layer, and by setting the thicknesses of these three layers withing prescribed ranges respectively.

CONSTITUTION: The reflecting mirror is made up by laminating a Cr layer 2 of 5 to 15nm thick, a Cu layer 3 of 10 to 40nm thick, an Ag layer 4 of 500nm thick, an Al₂O₃ layer 5 of 49 to 89nm thick, a ZrO₂ layer 6 of 37 to 77nm thick, and a SiO₂ layer 7 of 60 to 100nm thick on a glass base plate 1 in this order.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.10.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2748066

[Date of registration] 20.02.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-297207

(43)公開日 平成 5 年(1993)11月12日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 2 B 5/08

B 3 2 B 9/04

識別記号

A 9224-2K

7365-4F

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-104400

(22)出願日 平成 4 年(1992) 4 月23日

(71)出願人 000005430

富士写真光機株式会社

埼玉県大宮市植竹町 1 丁目324番地

(72)発明者 井上 良男

埼玉県大宮市植竹町 1 丁目324番地 富士
写真光機株式会社内

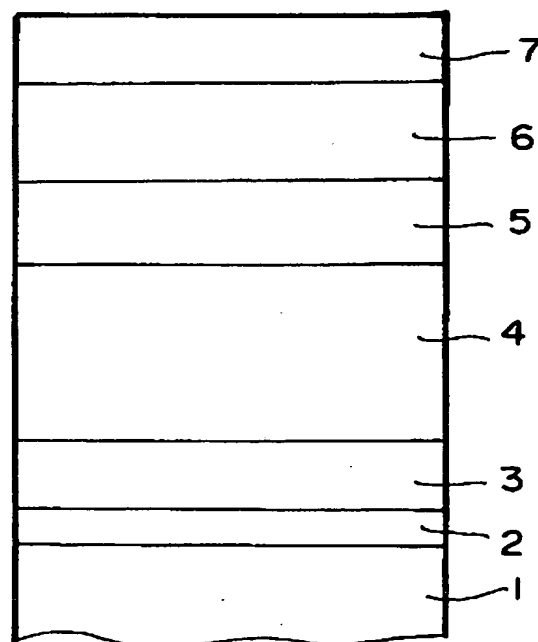
(74)代理人 弁理士 柳田 征史 (外 1 名)

(54)【発明の名称】 反射鏡

(57)【要約】

【目的】 銀反射鏡の保護層を Al_2O_3 層、 ZrO_2 層、 SiO_2 層の 3 層構成とし、これらの 3 層の厚さを所定の範囲とすることにより P 偏光と S 偏光の反射率差を 1% 程度以内とする。

【構成】 この反射鏡はガラス基板 1 上に 5~15nm 厚の Cr 層 2、10~40nm 厚の Cu 層 3、500nm 厚の Ag 層 4、49nm~89nm 厚の Al_2O_3 層 5、37nm~77nm 厚の ZrO_2 層 6 および 60nm~100nm 厚の SiO_2 層 7 をこの順に積層してなる。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に銀層、酸化アルミニウム層、酸化ジルコニウム層および二酸化ケイ素層をこの順に積層してなる反射鏡であって、前記酸化アルミニウム層の厚さを49nm以上89nm以下に、前記酸化ジルコニウム層の厚さを37nm以上77nm以下に、前記二酸化ケイ素層の厚さを60nm以上100nm以下の厚さに設定してなることを特徴とする反射鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は種々の光学系等において用いられる反射鏡に関し、詳しくは銀層上に複数の保護層を有する銀反射鏡に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 種々の光学系において用いられる反射鏡として基板上に銀層を蒸着してなる銀反射鏡が知られている。

【0003】 銀反射鏡はアルミニウム反射鏡と比べて可視光領域で反射率が高く分光反射特性に優れているため注目されている。

【0004】 銀反射鏡はこのような長所を有する一方で耐久性等の強度面で問題があるため銀層上に保護層を設けたものが知られている。

【0005】 銀反射鏡の保護層としては酸化アルミニウム、酸化ジルコニウムおよび二酸化ケイ素をこの順に積層してなるものが知られており、これにより良好な反射特性を維持しつつ耐摩耗性の向上を図ることができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、この銀反射鏡の偏光特性の良否は、P偏光反射率とS偏光反射率の差により判断され、この差が大きいと偏光成分に応じて入射光の反射率が大きく変化してしまうことから、特に可視領域においては上記反射率の差は1%程度以内とするのが好ましい。

【0007】 しかしながら、銀層上に上述した保護層を積層すると上記反射率の差が1%程度より大きくなってしまふおそれがある。

【0008】 本発明はこのような事情に鑑みなされたもので、可視領域において、P偏光とS偏光の反射率差を1%程度以内とし得る3層構成の保護膜を有する反射鏡を提供することを目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明の反射鏡は、基板上に銀層、酸化アルミニウム層、酸化ジルコニウム層および二酸化ケイ素層をこの順に積層してなる反射鏡であって、前記酸化アルミニウム層の厚さを49nm以上89nm以下に、前記酸化ジルコニウム層の厚さを37nm以上77nm以下に、前記二酸化ケイ素層の厚さを60nm以上100nm以下の厚さに設定してなることを特徴とするものである。

【0010】 なお、上記構成は上記基板と上記銀層の

2

間、および銀層と酸化アルミニウム層の間に他の層を設けることを排除することを意味するものではない。

【0011】

【作用】 上記構成によれば、銀反射鏡の保護層として厚さが49nm以上89nm以下の酸化アルミニウム層、厚さが37nm以上77nm以下の酸化ジルコニウム層および厚さが60nm以上100nm以下の二酸化ケイ素層をこの順に積層している。

【0012】 上記3層の厚さの範囲においては、可視領域の入射光に対して偏光特性が良好となっている。すなわち、本発明者等の実験結果によれば3層の厚みを上記範囲に設定すれば可視領域においてP偏光とS偏光の反射率の差を1%程度以内とすることができる。したがって、本発明の反射鏡によれば、保護層を設けることによる偏光特性の低下を防止することができる。

【0013】

【実施例】 以下、本発明の実施例を説明する。

【0014】 図1は、本発明の実施例に係る反射鏡の層構成を示す概略図である。この反射鏡はガラス基板1上に5~15nm厚のCr層2、10~40nm厚のCu層3、100nm厚のAg層4、49nm~89nm厚のAl₂O₃（酸化アルミニウム）層5、37nm~77nm厚のZrO₂（酸化ジルコニウム、屈折率1.98）層6および60nm~100nm厚のSiO₂（二酸化ケイ素）層7をこの順に積層してなるものである。

【0015】 上記Cr層2およびCu層3は上記ガラス基板1とAg層4の密着性を強化するための密着強化層として作用する。また、上記Ag層4は入射光を反射するための層である。上記Al₂O₃層5はこのAg層4の耐久性を向上させるための保護層である。また、ZrO₂層6はAg層4の耐久性向上のための保護層であるとともに反射特性を良好とするための高屈折率誘電体層である。さらに、最上層のSiO₂層7は耐摩耗性を向上させるための保護層である。

【0016】 次に、図1に示す層構成の反射鏡を製造する方法について説明する。

【0017】 まず、清浄化したガラス基板1を保持具に取り付け、これを真空槽内に挿入し、固定する。真空槽内を無加熱状態で1×10⁻⁶Torr程度となるまで真空排気する。

【0018】 この後、電子ビーム蒸着法を用い、ガラス基板1上に5~15nm厚のCr層2を形成する。次に、抵抗加熱蒸着法を用い、このCr層2上に10~40nm厚のCu層3を形成する。

【0019】 この後、抵抗加熱蒸着法を用い、このCu層3上に500nm厚のAg層4を形成する。次に、電子ビーム蒸着法を用い、このAg層4上に49nm~89nm厚のAl₂O₃層5を形成する。

【0020】 この後、上記真空槽を、上記ガラス基板1の温度が300℃となるように加熱する。この加熱処理に

(3)

3

より、この後に形成されるZrO₂層6およびSiO₂層7の強度を高めることができる。

【0021】なお、これよりも前の段階で加熱処理を行なうとAg層4やCu層3等の金属層が結晶化してくもり現象（白濁）が生じ、光反射率が低下するので好ましくない。

【0022】この後、電子ビーム蒸着法を用い、上記Al₂O₃層5上に37nm～77nm厚のZrO₂層6を形成する。

【0023】最後に、電子ビーム蒸着法を用い、このZrO₂層6上に60nm～100nm厚のSiO₂層7を形成する。

【0024】なお、本発明の反射鏡としては上述した実施例のものに限られるものではない。

【0025】例えば、ガラス基板1を金属基板やプラスチック基板に代えることも可能である。

【0026】また、Cr層2およびCu層3は適宜省略することも可能である。

【0027】さらに、各層を形成する蒸着方法としては上述した方法に限られず、例えば上述した説明で、層を形成する際に、電子ビーム蒸着法を用いているものについてはこれに代えて抵抗加熱蒸着法を用いてもよいし、抵抗加熱蒸着法を用いているものについてはこれに代えて電子ビーム蒸着法を用いてもよい。

【0028】ところで、銀反射鏡は保護層を設けることにより偏光特性が劣化する傾向にあるが、上記実施例においては、Al₂O₃層5の厚みを49nm～89nmに、ZrO₂層6の厚みを37nm～77nm、さらにSiO₂層7の厚みを60nm～100nmに設定しているのでP偏光とS偏光の反射率差を1%程度以内とすることができる。

【0029】次に、上記Al₂O₃層5の厚さを69nmに、上記ZrO₂層6の厚さを57nmに各々設定し、SiO₂層7の厚さを40nmから120nmまでの間で10nm毎に設定した際における各々の分光反射率特性を図2～10に示す。

【0030】すなわちSiO₂層7の厚さを40nmとした場合を図2に、50nmとした場合を図3に、60nmとした場合を図4に、70nmとした場合を図5に、80nmとした場合を図6に、90nmとした場合を図7に、100nmとした場合を図8に、110nmとした場合を図9に、120nmとした場合を図10に示す。

【0031】なお、図2～10には分光反射特性を示す3本の曲線が表わされている。記号Sが付されている曲線はS偏光成分の反射率を、記号Pが付されている曲線はP偏光成分の反射率を、これら両曲線の間位置する曲線はS偏光成分とP偏光成分両者の反射率の平均値を表わす曲線である。また、全ての図面は入射角度を45°に設定した場合について示している。

【0032】この図2～10によれば、曲線Sと曲線Pの長波長側の接点（もしくは交叉点）がSiO₂層7の厚

4

みが増加するにしたがって短波長側に移動し、2つの交叉点に挟まれる波長領域の偏光反射率差が小さくなる。しかしながら、SiO₂層7が100nm以上となると長波長側の接点（もしくは交叉点）より長波長側において曲線Sと曲線Pの開きが大きくなる部分が可視領域となるので良好な偏光特性を得ることが困難となる。

【0033】すなわち、SiO₂層7が60nm～100nmの範囲の場合に偏光特性が良好（S偏光とP偏光の反射率差が1%程度以内）となる。

10 【0034】次に、Al₂O₃層5の厚さを49nm、69nm、89nmと変化させ、またZrO₂層6の厚さを37nm、57nm、77nmと変化させた各々の場合において、SiO₂層7の厚さを60nm、80nm、100nmと変化させて上記2つの偏光の反射率差を測定し、その結果を下記表1、2、3に示した。

【0035】この反射率差が全可視領域において1%以内の場合には○、可視領域の一部で1%を若干越える場合には△の印を付した。

【0036】

20 【表1】

SiO₂層の厚みが60nm

| ZrO ₂ 層 Al ₂ O ₃ 層 | ZrO ₂ 層 | | |
|--|--------------------|------|------|
| | 37nm | 57nm | 77nm |
| 49nm | △ | △ | ○ |
| 69nm | △ | ○ | ○ |
| 89nm | △ | ○ | ○ |

30 【0037】

【表2】

SiO₂層の厚みが80nm

| ZrO ₂ 層 Al ₂ O ₃ 層 | ZrO ₂ 層 | | |
|--|--------------------|------|------|
| | 37nm | 57nm | 77nm |
| 49nm | △ | ○ | ○ |
| 69nm | △ | ○ | ○ |
| 89nm | ○ | ○ | |

40 【0038】

【表3】

50

(4)

5
SiO₂ 層の厚みが100nm

| <div style="display: inline-block; transform: rotate(-45deg);">ZrO₂ 層</div> <div style="display: inline-block; transform: rotate(45deg);">Al₂O₃ 層</div> | 37nm | 57nm | 77nm |
|--|------|------|------|
| 49nm | ○ | ○ | △ |
| 69nm | ○ | ○ | △ |
| 89nm | ○ | △ | |

【0039】上記3つの表から明らかなように、Al₂O₃ 層5の厚み、ZrO₂ 層6の厚みおよびSiO₂ 層7の厚みを上述した如く各々変化させた各場合において2つの偏光の反射率差を1%程度以内とすることができる。

【0040】また、SiO₂ 層7の厚さが80nmおよび100nm の場合には、Al₂O₃ 層5の厚さが89nmでZrO₂ 層6の厚さが77nmのときに上記反射率差が1%程度より大きくなるが、Al₂O₃ 層5の厚さを若干小さくするか、ZrO₂ 層6の厚さを若干小さくすることによって1%程度以内の反射率差とすることが可能である。

【0041】なお、上述した実施例について下記の如き膜強度試験を行なったがSiO₂ 層7の表面に傷は生じなかった。

【0042】すなわち、この試験方法は、清浄なチーズクロスを用いて1ポンドの力で反射鏡表面に押圧し、この表面上で一方向に25往復させ、その後反射鏡表面の傷を目視により検査する方法である。

【0043】

【発明の効果】以上に説明した如く本発明の反射鏡によれば、3つの保護層の厚みを各々所定の値に設定することによりP偏光とS偏光の反射率差を1%程度以内とすることができ、3層構造の保護層により膜強度の強化を

6

図りつつ偏光特性を良好なものとすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例に係る反射鏡の層構成を示す概略図

【図2】Al₂O₃ 層、ZrO₂ 層、SiO₂ 層の層厚が各々69nm、57nm、40nmの場合の分光特性を示すグラフ

【図3】Al₂O₃ 層、ZrO₂ 層、SiO₂ 層の層厚が各々69nm、57nm、50nmの場合の分光特性を示すグラフ

【図4】Al₂O₃ 層、ZrO₂ 層、SiO₂ 層の層厚が各々69nm、57nm、60nmの場合の分光特性を示すグラフ

【図5】Al₂O₃ 層、ZrO₂ 層、SiO₂ 層の層厚が各々69nm、57nm、70nmの場合の分光特性を示すグラフ

【図6】Al₂O₃ 層、ZrO₂ 層、SiO₂ 層の層厚が各々69nm、57nm、80nmの場合の分光特性を示すグラフ

【図7】Al₂O₃ 層、ZrO₂ 層、SiO₂ 層の層厚が各々69nm、57nm、90nmの場合の分光特性を示すグラフ

【図8】Al₂O₃ 層、ZrO₂ 層、SiO₂ 層の層厚が各々69nm、57nm、100nm の場合の分光特性を示すグラフ

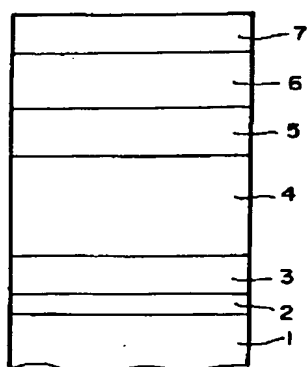
【図9】Al₂O₃ 層、ZrO₂ 層、SiO₂ 層の層厚が各々69nm、57nm、110nm の場合の分光特性を示すグラフ

【図10】Al₂O₃ 層、ZrO₂ 層、SiO₂ 層の層厚が各々69nm、57nm、120nm の場合の分光特性を示すグラフ

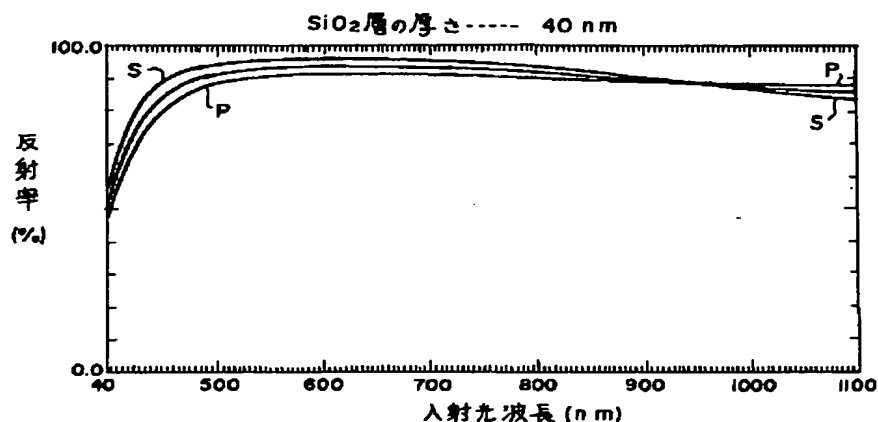
【符号の説明】

- 1 ガラス基板
- 2 Cr層
- 3 Cu層
- 4 Ag層
- 5 Al₂O₃ 層
- 6 ZrO₂ 層
- 7 SiO₂ 層

【図1】

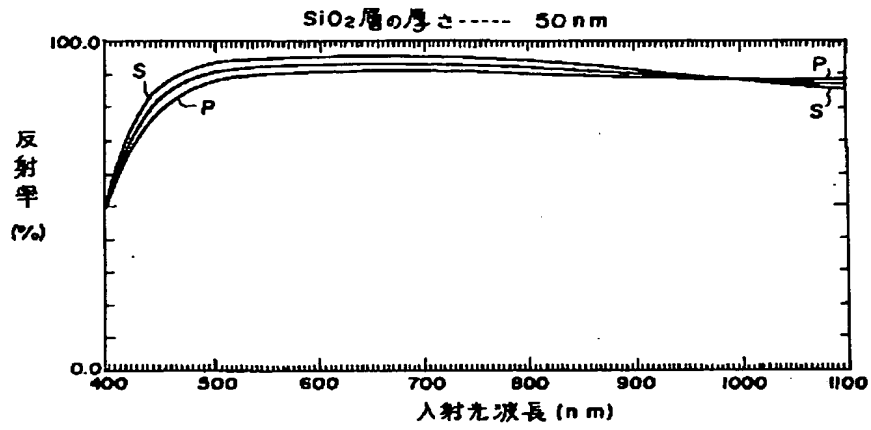


【図2】

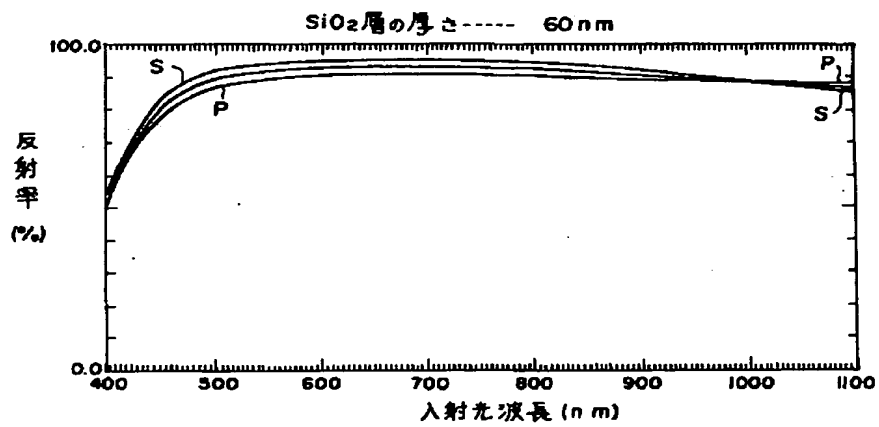


(5)

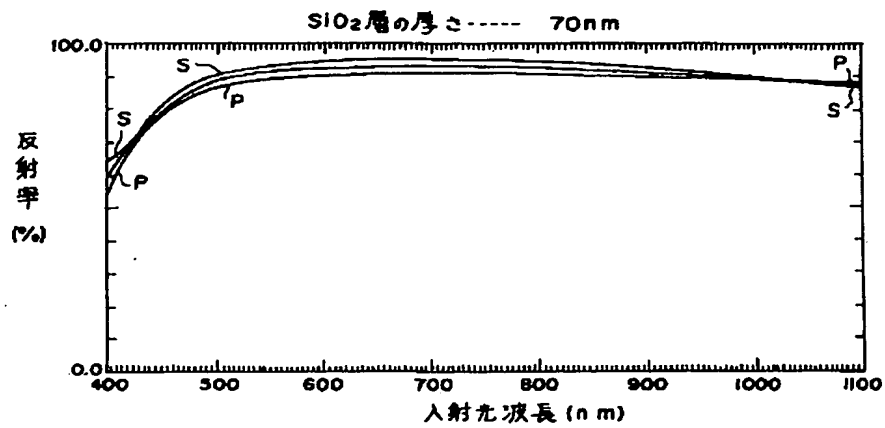
【図3】



【図4】

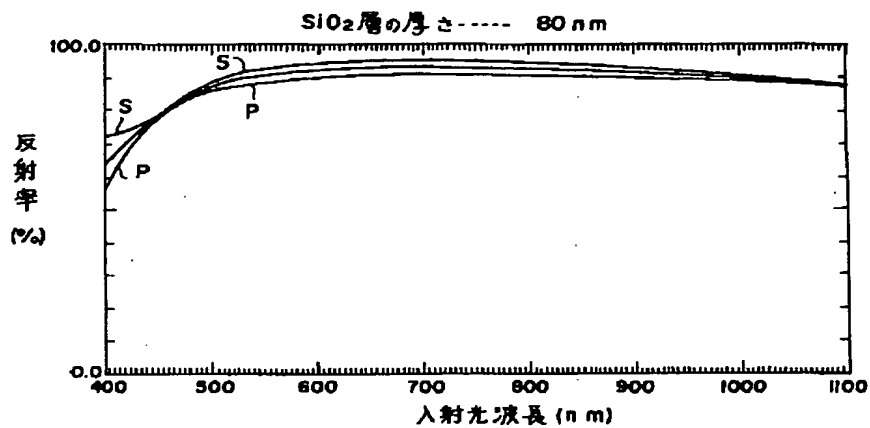


【図5】

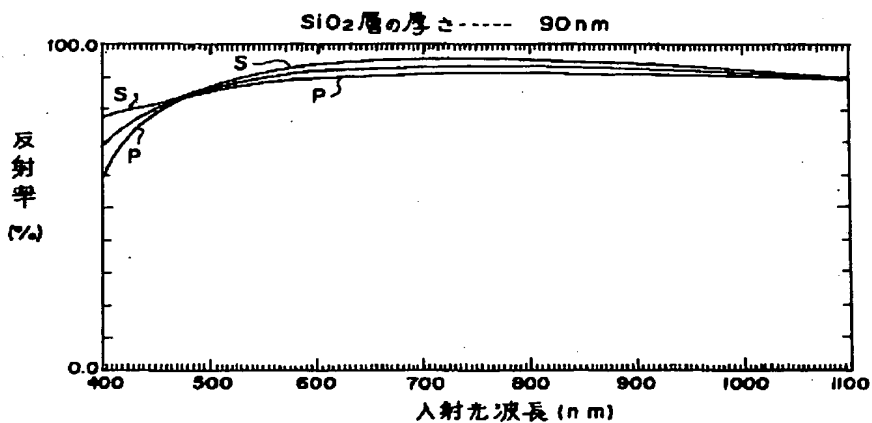


(6)

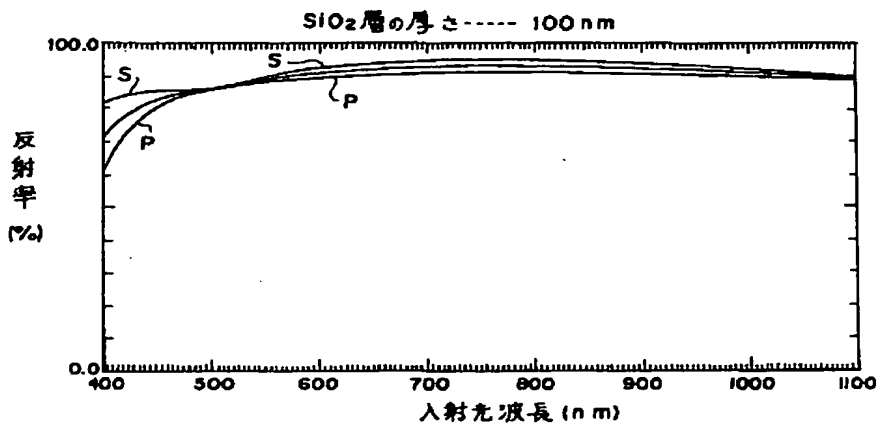
【図6】



【図7】

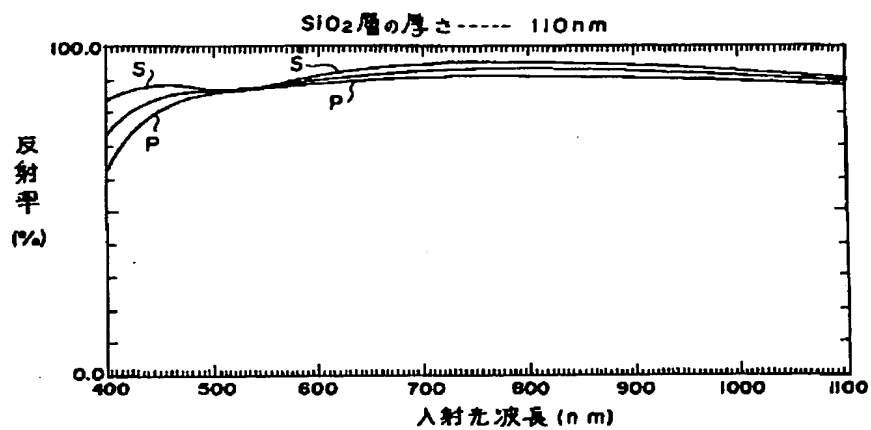


【図8】



(7)

【図9】



【図10】

